

2011年6月21日
2011年6月29日rev

デジタルアシスト技術と量産化を 考察する



群馬大学大学院 工学研究科
電気電子工学専攻
小林春夫



デジタル誤差補正と量産

「全てをデジタル誤差補正しようとする
と量産時に問題が生じる。」

アナログのばらつきを出来るだけ抑え、
その後補正するということが重要。」

（田澤R&D技術士事務所 田澤勇夫氏）



デジタル補正使用の計測器・センサの 量産経験者に耳を傾ける

「高精度な湿度計測を実現するには、
温度係数の**個体差のばらつきが小さく**、
複雑な温度補正を必要とせず、
調整・校正誤差が小さい特性ばらつきしかない
湿度センサを選定することが重要。」

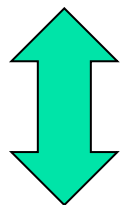
(田澤R&D技術士事務所 田澤勇夫氏)

工業製品の量産の思想

製品ばらつきを抑える。

「均一な部品・材料を用いて

均一な品質なものを作ること」が重要



異なる思想か？

校正、調整（デジタルアシスト）では
ばらつきを許容する。

最終製品は特性は均一になる。

デジタルは均一な品質のものを作れるという側面も強いが

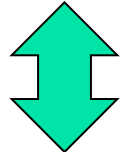


工業製品の量産と調整・校正

調整(チューニング)

- コスト高
- トラブルのもと

量産では避けたい



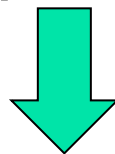
デジタルアシストでの

自己調整・自己校正でコストの問題は軽減
しかし「トラブルのもと」は依然残る



計測器での校正から学ぶ

性能(精度・確度)をだすために校正を行う。
校正なしでできるだけ性能をだす。
どうしてもという部分を「校正」する。



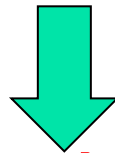
計測器は「低消費電力化」の要求は希薄

自己校正による低消費電力化技術 考え方を検証する

デジタルアシストでの、弱いフィードバック、
閉ループアンプではなく開ループアンプの使用



わざと特性を劣化させて低消費電力化を図る。
特性劣化分(非線形性)をデジタル補正。



「従来の量産の思想」とは異なる。
(受け入れには「勇気」が必要)

デジタルアシストによる 設計パラメータ空間の増大

- アルゴリズムの収束性(収束時間、安定性)
- 安定平衡点は単一か
- 複数の平衡点の場合は望ましくないところに収束した場合から逃れられるか
- どの程度のパラメータ変動まで収束を保証できるか。



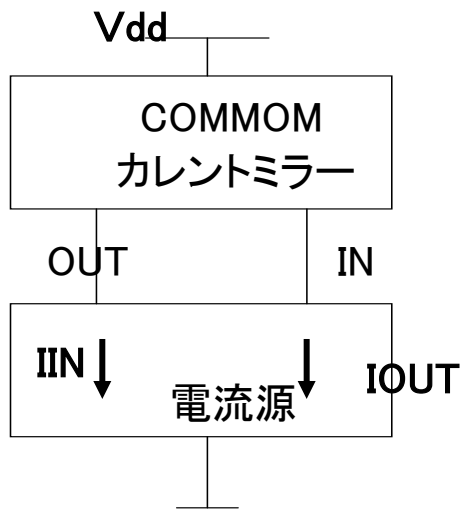
これらは十分調べられているか。

また、設計検証、テスト、

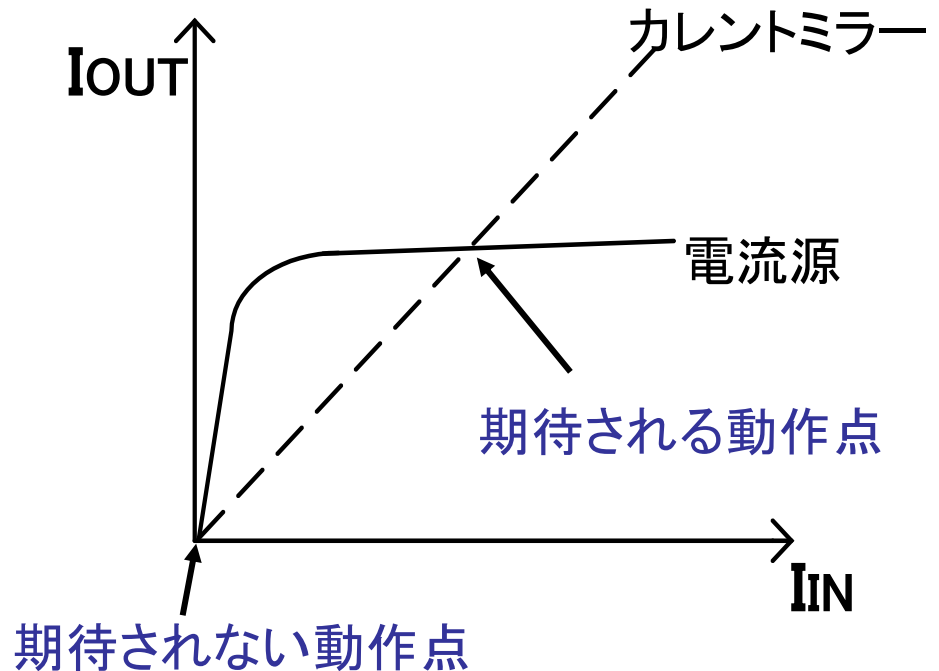
トラブルがあった際の診断・修復が大変になる。

基準電流発生回路から学ぶ

- 2つの動作点
- 望ましくない動作点からの抜け出しが必要



自己バイアス回路を用いる
基準電圧源のブロック図



動作点の決定

基準電流発生回路での起動回路

枯れた技術でその考え方は広く使用

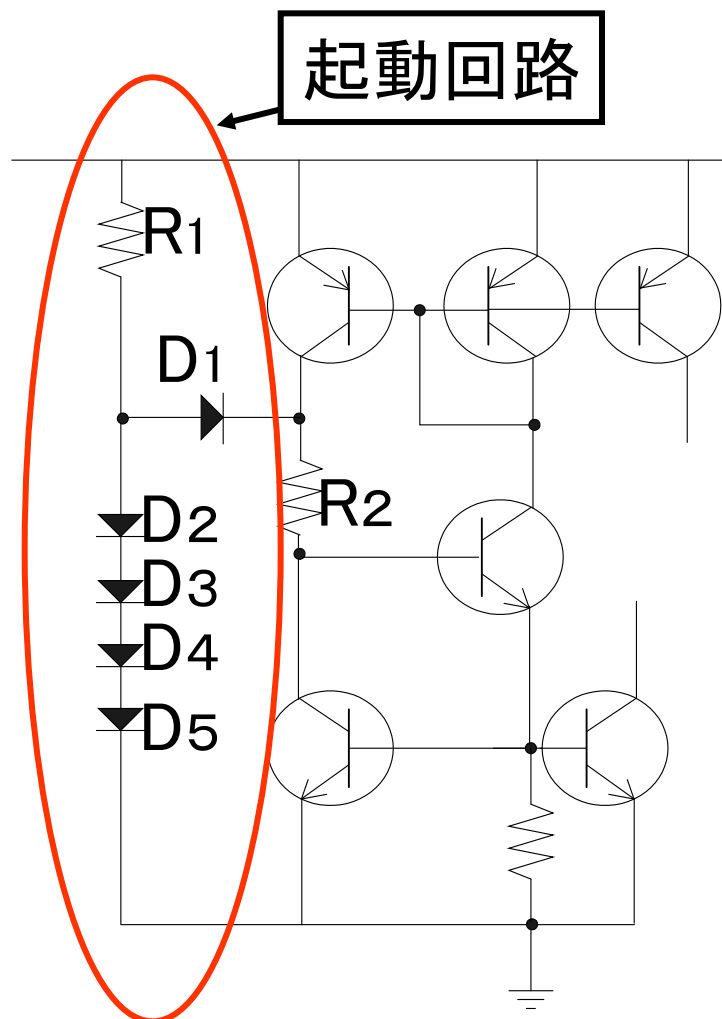
トランジスタに電流が常に流れる事を保障するため
起動回路を用いる

電流が流れる

R2の電位が上がる

D1がOFF状態となる

起動回路は関係なくなる





デジタルアシスト技術とLSIテストの問題

LSIテスタ・メーカから指摘

「デジタルアシスト・アナログ技術」

➡ 設計パラメータ空間が広がる

内部に不良箇所があっても補正され

LSIテスト(出荷検査)の際に「良品」と判定。

その欠陥が補正できるぎりぎりのとき、

市場で補正範囲を超え動作不良となることあり。

LSIテストは生産技術・量産技術



アナログRF回路とテストの 研究の接点

「アナログRF回路研究者と
そのテスト研究者の接点は、
アナログRF回路の
校正・補正・調整技術である。」

(米 Georgia Institute of Technology,
Prof. Abhijit Chatterjee)



別のアプローチ

- 単に容量、トランジスタのサイズを大きくする。
- R, C等のばらつきの小さいプロセスを使用する。
- 微細CMOSでは良い製造装置を使用するのでミスマッチは小さくなる。



従来手法の延長であるが

- Time-to-Market が短くなる。
- 思いもしないトラブル発生の確率が小さい。



Best ではないかもしれないが現実的選択の一つか。



まとめ

- 学会レベルでのアイデアの面白さに加えて
- 量産性(検証、テスト、診断を含めて)を考慮したデジタルアシスト技術の開発が必要

付録： デジタルアシストで用いられている

Z変換の問題点

離散時間信号・システム表現にZ変換が多用されているが、サンプリング周期 T_s が陽に表れていないので使いづらい面がある。



T_s をゼロに近づけた時、連続時間系の理論とスムーズに一致する表現が望ましい。

(東大名誉教授 北森俊行先生)

教訓： 教科書、論文に書かれていることを鵜呑みにせず、「自分で考える」ことが重要。